

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 31 49 283 A 1

⑥1 Int. Cl. 3:
B21K 1/30

⑳ Aktenzeichen: P 31 49 283.5
㉔ Anmeldetag: 12. 12. 81
㉕ Offenlegungstag: 23. 6. 83

DE 3149283 A 1

㉑ Anmelder:

Grob, Burkhardt, Dipl.-Ing. ETH, 8023 Großhesselohe,
DE

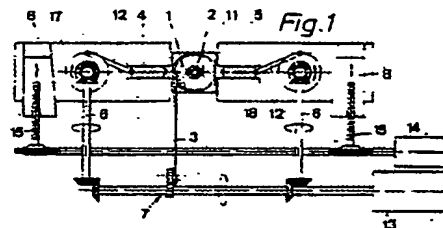
㉒ Erfinder:

gleich Patentinhaber

Behörden- und
Verkehrsamt

㉓ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Zahnrädern

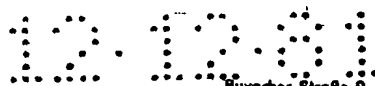
Bei dem neuen Verfahren wird mittels der Schlagstempel (4, 5) von beiden Seiten auf den Rohling des Zahnrads (2) eingewirkt, der auf dem Tellapparat (11) montiert ist. Mittels des Schrittschaltwerkes (3) wird nach jedem Schlag das Zahnrad um einen Zahn weitergedreht. Das Hämmern erfolgt in schneller Folge und mittels der Verstelleinrichtungen (8) nimmt die Schlagtiefe fortlaufend zu. Die Schlagstempel (4, 5) sind der Zahnform angepaßt und hämmern die Zahnücke ein, während das verdrängte Material unter Bildung des Zahns aufsteigt. Insbesondere sind am Schlagstempel Begrenzungen vorgesehen, die sicherstellen, daß das Material nicht seitlich ausweicht. Auf diese Weise lassen sich Zahnräder auf spanlosem Wege mit hoher Qualität herstellen. (31 49 283)



DE 3149283 A 1

Patentanwalt
Dipl.-Ing. **HELMUT PFISTER**

Postcheckkonto München Nr. 1343 39-805
Bankkonto: Bayerische Vereinsbank Memmingen



3149283

Buxacher Straße 9
D-8940 MEMMINGEN/BAYERN
Telefon (08931) 651 83
Telex 054931 patpfm d

21/3

11. Dez. 1981

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Zahnrädern durch spanlose Verformung eines Rohlings, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohling einem Hämmern mit einem Schlagstempel mit rascher Schlagfolge unterworfen wird, wobei der Schlagstempel entsprechend der Zahnform profiliert ist und die Schlagstelle des Schlagstempels fortlaufend entlang der Zahnreihe weiter wandert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Hämmerns die beiden Endflächen des bearbeiteten Zahnes bzw. der bearbeiteten Zahngruppe mittels einer Begrenzung am Ausweichen rechtwinklig zur Schlagrichtung gehindert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach jedem Schlag die Schlagstelle um einen Zahn weiterwandert.

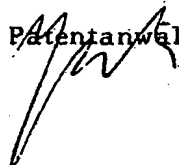
10.10.81

3149283

- 2 -

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Hämmern gleichzeitig an zwei einander gegenüber liegenden Stellen des Zahnrades gegeneinander gerichtet erfolgt.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Hämmerns die Schlagtiefe fortlaufend zunimmt.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teilapparat (1) für das Zahnrad (2) vorgesehen ist, der von einem Schrittschaltwerk (3) angetrieben ist, mit mindestens einem angetriebenen Schlagstempel (4,5), wobei der Antrieb (6) des Schlagstempels und der Antrieb (7) des Schrittschaltwerks miteinander gekoppelt sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine Verstelleinrichtung (8) zur fortlaufenden Verstellung der Schlagtiefe.
8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Schlagstempel (4,5) die Begrenzung (9) für die Endflächen (10) des Zahns angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlagstempel (4,5) einstückig mit der Begrenzung (9) ausgebildet ist.

Der Patentanwalt



Patentanwalt
Dipl.-Ing. **HELMUT PFISTER**

Postcheckkonto München Nr. 134339-805
Bankkonto: Bayerische Vereinsbank Memmingen

10.10.81

3149283

Buxacher Straße 4
D-8940 MEMMINGEN/BAYERN
Telefon (089 31) 651 83
Telex 054931 patpfm d

21/3

- 3 -

11. Dez. 1981

Herrn Dipl.-Ing. ETH Burkhardt Grob, Wendelsteinstr. 8
8023 Großhesselohe

"Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung
von Zahnrädern"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von Zahnrädern durch spanlose Verformung eines Rohlings.

Die Herstellung von Zahnrädern erfolgt im allgemeinen durch spanabhebende Verformung, beispielsweise durch einen Fräsvorgang, wobei ein Werkzeug entsprechender Kontur aus

10.10.81

3149283

4

- 2 -

aus einem Rohling die Zähne herausarbeitet. Abgesehen vom Herstellungsaufwand, ergibt sich hierbei, daß die Werkstofffasern des Rohlings, also insbesondere die Kristallstruktur zwischen den einzelnen Zähnen, durchschnitten und gestört wird.

Es ist auch bekannt, Zahnräder durch spanlose Verformung, beispielsweise durch Gießen oder Spritzen, herzustellen. Diese Herstellungsverfahren eignen sich jedoch nur für bestimmte Werkstoffe bzw. bei mäßigen Qualitätsansprüchen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von Zahnrädern durch spanlose Verformung eines Rohlings vorzuschlagen, das sich auch bei Herstellung größerer Serien eignet, und wobei die erzeugten Zahnräder denjenigen Ansprüchen gerecht werden, die beispielsweise in der Automobilfertigung zu stellen sind.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe schlägt die Erfindung ein Verfahren vor, daß dadurch gekennzeichnet ist, daß der Rohling einem Hämmern mit einem Schlagstempel mit rascher Schlagfolge unterworfen wird, wobei der Schlagstempel entsprechend der Zahnform profiliert ist und die Schlagstelle des Schlagstempels fortlaufend entlang der Zahnreihe weiterwandert.

Es ist gefunden worden, daß es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich ist, beispielsweise Zahnräder aus Eisen-

- 3 -

10.12.81 3149283

5
- 8 -

werkstoffen zu fertigen, die schon eine überraschend hohe Qualität aufweisen, so daß die nachfolgenden Bearbeitungsvorgänge z. B. Schleifen, Härten bzw. Vergüten oder ähnliche Vorgänge auf ein Minimum beschränkt werden können. Von besonderem Vorteil erweist es sich dabei bei der Erfindung, daß die Materialstruktur durch den erfindungsgemäßen Bearbeitungsvorgang nicht zerstört wird, sondern daß die Materialfasern bzw. die Kristallstruktur des Rohlings zu den Zähnen verformt wird und sich fortlaufend über die Zahnflanken von einem Zahn zum nächsten erstreckt. Dadurch werden hohe Festigkeitswerte erhalten, die sich auf die Lebensdauer günstig auswirken.

Von Vorteil ist es für die Erfindung, wenn während des Hämmerns die beiden Endflächen des bearbeiteten Zahns bzw. der bearbeiteten Zahngruppe mittels einer Begrenzung am Ausweichen rechtwinklig zur Schlagrichtung gehindert werden. Durch solche Begrenzung wird ausgeschlossen, daß das Material aus dem Bearbeitungsbereich in eine Richtung verdrängt wird, die eine nachträgliche Bearbeitung notwendig macht. Insbesondere wird durch eine solche Begrenzung der Vorteil erhalten, daß das Material des Rohlings, das durch den Schlagstempel aus dem Bereich der unteren Zahnücken verdrängt wird, zur Bildung des Zahns zwischen den Zahnücken aufsteigt. Es ist klar, daß die Abmessungen des Rohlings dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren anzupassen sind. Bei einer außenliegenden Stirnverzahnung besitzt der Rohling etwa einen Durchmesser, der dem Teilkreisdurchmesser entspricht.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist vorzugsweise dazu gedacht,

12.12.61

3149283

6

- K -

Zahnräder mit Stirnverzahnungen herzustellen. Die Verzahnung kann dabei durch gerade Zähne oder auch durch Schrägzähne gebildet sein. Auch die Herstellung von Pfeilzähnen ist bei der Erfindung nicht ausgeschlossen. Die Erfindung kann aber auch bei der Herstellung von Kegelrädern angewandt werden oder auch von anderen Zahnrädern mit speziellen, verhältnismäßig komplizierten Zahnformen.

In weiterer Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß nach jedem Schlag die Schlagstelle um einen Zahn weiterwandert. Dadurch wird insbesondere erreicht, daß der Zahn fortlaufend von allen erforderlichen Seiten bearbeitet wird, die Schlagwirkung auf einen Zahn jedoch gering bleibt, so daß keine nennenswerte Erwärmung beim Bearbeitungsvorgang auftritt.

Insbesondere bei der Herstellung außenverzahnter Stirnräder empfiehlt es sich, das Hämmern gleichzeitig an zwei einander gegenüber liegenden Stellen des Zahnrads gegeneinander gerichtet vorzunehmen. Dadurch hebt sich die Schlagwirkung gegenseitig auf und beansprucht das Aufnahmeelement des Rohlings, beispielsweise einen Teilapparat und die zugehörigen Einrichtungen nur wenig. Überdies läßt sich auf diese Weise die Arbeitsgeschwindigkeit steigern.

Bei einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß während des Hämmerns die Schlagtiefe fortlaufend zunimmt. Zu diesem Zweck ist es günstig, den Schlägstempel so anzutreiben, daß bei jedem Schlag eine vorbestimmte Tiefe

10.12.81

3149283

7

- 8 -

erreicht wird. Die Umformung des Rohlings zum fertigen Zahnrad erfolgt auf diese Weise streng kontinuierlich mit vergleichsweise hoher Genauigkeit.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei ein Teilapparat für das Zahnrad vorgesehen ist, das von einem Schrittschaltwerk angetrieben ist, mit mindestens einem angetriebenen Schlagstempel, und wobei der Antrieb des Schlagstempels und der Antrieb des Schrittschaltwerkes gekoppelt sind.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist eine Verstellvorrichtung zur fortlaufenden Verstellung der Schlagtiefe vorgesehen.

Die Begrenzung für die einzelnen Flächen des jeweils bearbeiteten Zahns können starr und relativ unbeweglich zum Rohling angeordnet werden. Besser ist es jedoch, wie die Erfindung weiter vorschlägt, wenn am Schlagstempel die Begrenzungen für die Endflächen des Zahns angeordnet sind. Insbesondere ist der Schlagstempel einstückig mit den Begrenzungen ausgebildet. Bei jedem Schlag wird daher auch auf die Begrenzung eingewirkt und sichergestellt, daß die Verformung des Rohlings in der gewünschten Weise erfolgt.

In der Zeichnung sind einige Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt. Es zeigen:

3149283

9

- 6 -

- Fig. 1 die Ansicht des prinzipiellen Aufbaus einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Fig. 2 eine Schnittdarstellung eines Schlagstempels für die erfindungsgemäße Vorrichtung,
- Fig. 3 einen Schnitt durch die Darstellung der Fig. 2 entsprechend der Schnittlinie III-III,
- Fig. 4 eine Schnittdarstellung durch einen anderen Schlagstempel und
- Fig. 5 einen Schnitt durch die Darstellung der Fig. 4 entsprechend der Schnittlinie V-V.

In der Fig. 1 ist das zu bearbeitende Zahnrad mit 2 bezeichnet. Dieses Zahnrad ist auf dem Teilapparat 1 befestigt, der von einem Teil des Maschinengestells 11 getragen ist. Der Teilapparat 1 ist relativ zum Gestell verdrehbar und entsprechend der Zahngröße schrittweise weiterstellbar.

Auf das Zahnrad 2 wirken die Schlagstempel 4 und 5 ein, die über die Kurbeln 12 angetrieben sind. Der Antrieb 6 der Schlagstempel 4 und 5 ist von dem Hauptmotor 13 abgeleitet. Der Hauptmotor 13 treibt auch den Antrieb 7 des Schrittschaltwerkes

- 7 -

3149283

9

- 7 -

3 an, das auf den Teilapparat 1 einwirkt.

Der Zustellmotor 14 treibt über die Spindeln 15 die Verstell-
einrichtungen 8 an, die keilförmig ausgestaltet sind und
bewirken, daß die Teile 17 und 18 des Maschinengestells mit
den zugehörigen Einrichtungen, insbesondere den Schlagstem-
peln 4 und 5 gegen das Zahnrad 2 bewegt werden. Auf diese
Weise nimmt die Schlagtiefe während des Bearbeitungsvor-
ganges zu.

Die Wirkungsweise der in der Fig. 1 schematisch angedeuteten
Vorrichtung ist ohne weiteres verständlich. Der Hauptmotor
13 treibt die Schlagstempel 4 und 5 an, die beispielsweise
pro Minute 1500 Schläge auf das Zahnrad 2 ausführen. Nach
jedem Schlag wird das Zahnrad um einen Zahn weitergestellt.
Gleichzeitig bewirkt der Zustellmotor 14 die Zunahme der Schlag-
tiefe.

In den Fig. 2 und 3 ist eine Form eines Schlagstempels 4,5
näher dargestellt. Der Schlagstempel besitzt im wesentlichen
drei Zähne 19, 20 und 21, wobei der Zahn 20 im wesentlichen
die Gestalt der Zahnlücke zwischen zwei Zähnen des herzu-
stellenden Zahnrads bestimmt, während die Zähne 19 und 21
im wesentlichen die Flanken der Zähne des Zahnrads be-
arbeiten.

Die Fig. 3 macht deutlich, daß die Begrenzungen 9 für
die Endflächen 10 des Zahns des Zahnrads einstückig vom
Schlagstempel 4,5 gebildet sind.

3149283

10 10 10

10
- 8 -

Bei der Variante des Schlagstempels nach den Fig. 4 und 5 bestimmen die Zähne 22 und 23 des Schlagstempels die Gestalt der Flanken des Zahns des Zahnrads, der jeweils von den Zähnen 22 und 23 eingeschlossen wird. Dabei ist vorgesehen, daß die Zähne 22 und 23 jeweils ganz die Zahnücken zwischen benachbarten Zähnen des Zahnrads ausfüllen.

Aus den Darstellungen der Fig. 2 bis 5 ist ferner ersichtlich, daß der Schlagstempel 4,5 beidseitig des Zahnrads 2 jeweils mit den Teilen 16 über den Grund 25 der Zahnücke vorsteht und auch in diesem Bereich, ähnlich wie mit den Begrenzungen 9 sicherstellt, daß beim Hämmern das Material nicht seitlich ausweicht.

Patentanwalt
Dipl.-Ing. HEIMUT PEISTER

3149283

Nummer:

3149283

Int. Cl.³:

B21K 1/30

Anmeldetag:

12. Dezember 1981

Offenlegungstag:

23. Juni 1983

- 11 -

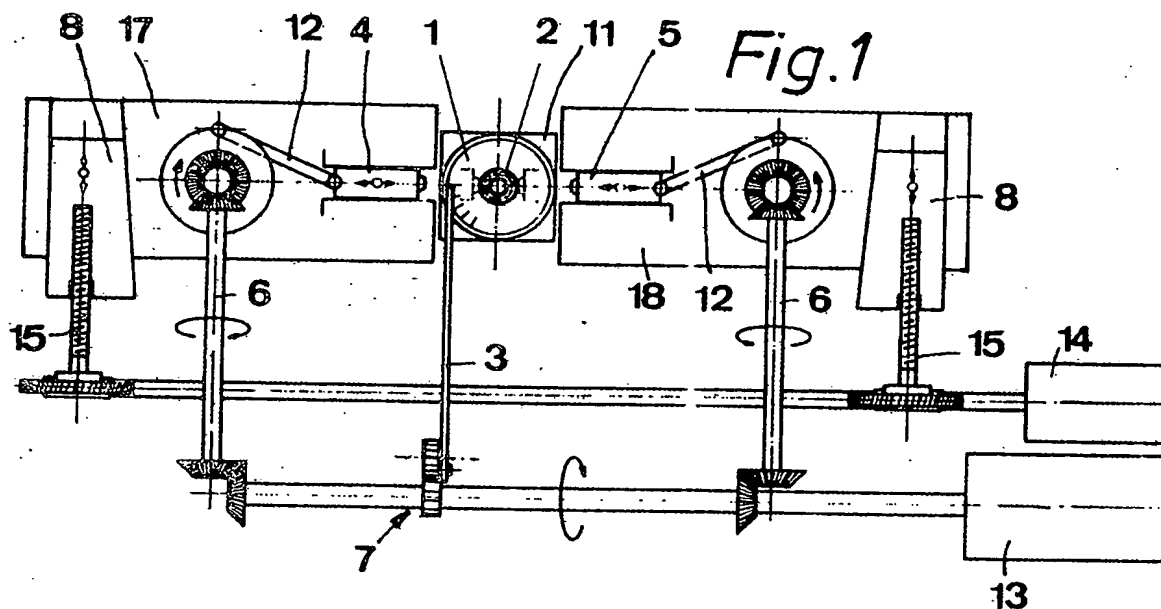


Fig. 2

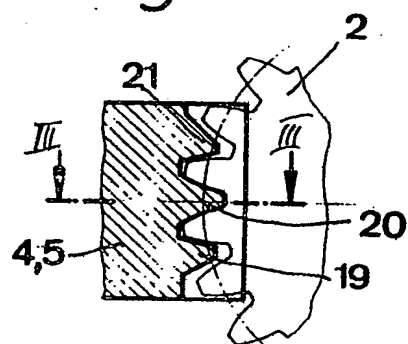


Fig. 4

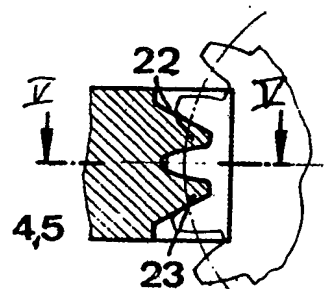


Fig. 3

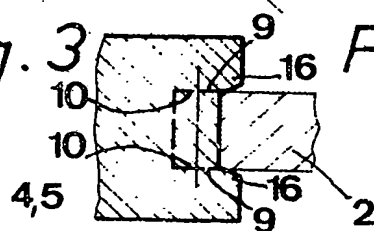


Fig. 5

